

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **02081482 A**(43) Date of publication of application: **22 . 03 . 90**

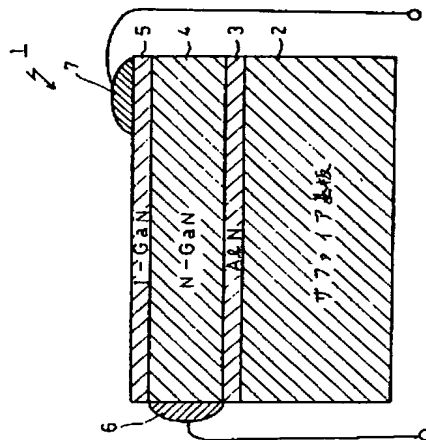
(51) Int. Cl

H01L 33/00
H01L 21/203
(21) Application number: **63232885**(22) Date of filing: **16 . 09 . 88**(71) Applicant: **TOYODA GOSEI CO LTD UNIV
NAGOYA RES DEV CORP OF
JAPAN**(72) Inventor: **MANABE KATSUhide
MORI MASAKI
MABUCHI AKIRA
AKASAKI ISAMU
AMANO HIROSHI**
**(54) GALLIUM NITRIDE-BASED COMPOUND
SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT**
(57) Abstract:

PURPOSE: To disperse a nucleus of AlN uniformly thin, to enhance a single-crystal property of an N-layer and an I-layer to be grown on it and to enhance a light-emitting characteristic by a method wherein an AlN buffer layer used to relax a lattice mismatching between sapphire and a GaN-based compound semiconductor is grown by a molecular beam epitaxial method (MBE).

CONSTITUTION: A sapphire substrate 2 is attached to a susceptor of an MBE apparatus; it is heated up to 500°C; Al is evaporated in a plasma of N; a polycrystalline AlN buffer layer 3 is formed. An N-type GaN layer 4 is formed on it at 1000° in an MOVPE apparatus; then, an I-type GaN layer 5 is formed at 900°; electrodes 6, 7 are evaporated; a light-emitting diode 1 is completed. Thereby, a growth nucleus of GaN in the N-layer is dispersed uniformly; a single-crystal property of the N-layer 4 and the I-layer 3 is made good.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2829319号

(45) 発行日 平成10年(1998)11月25日

(24) 登録日 平成10年(1998)9月25日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C

21/203

21/203

M

請求項の数 2 (全 3 頁)

(21) 出願番号

特願昭63-232885

(73) 特許権者 999999999

豊田合成株式会社

(22) 出願日

昭和63年(1988)9月16日

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑
1番地

(65) 公開番号

特開平2-81482

(73) 特許権者 999999999

名古屋大学長

(43) 公開日

平成2年(1990)3月22日

愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし)

審査請求日

平成7年(1995)9月14日

(73) 特許権者 999999999

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72) 発明者

真部 勝英

愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑
1番地 豊田合成株式会社内

(74) 代理人

弁護士 藤谷 修

審査官 吉野 三寛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、

前記基板上に、室温から500℃の範囲の温度で、分子線エビタキシー法(MBE)で成長させた厚さ100~500Åのバッファ層と、

前記バッファ層上に成長した窒化ガリウム系化合物半導体から成る素子層とを有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項2】 前記素子層は、有機金属化合物気相成長法(MOVPE)により形成された層であることを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本発明は青色発光の窒化ガリウム系化合物半導体発光

素子に関する。

【従来技術】

従来、青色の発光ダイオードとしてGaN系の化合物半導体を用いたものが知られている。そのGaN系の化合物半導体は直接遷移であることから発光効率が高いこと、光の3原色の1つである青色を発光色とすること等から注目されている。

このようなGaN系の化合物半導体を用いた発光ダイオードは、サファイア基板上に直接又は窒化アルミニウムから成るバッファ層を介在させて、N導電型のGaN系の化合物半導体から成るN層を成長させ、そのN層の上にI導電型のGaN系の化合物半導体から成るI層を成長させた構造をとっている。そして、その成長方法として、ハライド気相成長法、有機金属化合物気相成長法(MOVPE)が用いられている。

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記の発光ダイオードの性能は、活性層であるI層の結晶性にかかっている。そのI層の結晶性はN層の結晶性に依存している。そして、N層の結晶性を向上させるために、結晶のミスフィットを減少させる目的でサファイア基板とN層間にバッファ層を介在させている。このバッファ層の結晶性によりN層の結晶性が支配される。

本発明者らは、かかる結晶成長について研究を重ねてきた。その結果、次のことが判明された。

第1に、このバッファ層はMOCVD法により成長させることから、成長温度を高くする必要があり、そのため、ビットが生じ易く、そのことがN層の結晶性を阻害する。

第2に、N層の結晶性を向上させるには、バッファ層は非常に薄い結晶成長の核が均一に分散していることが必要である。しかし、そのことを阻止する原因として、MOCVD法では、トリメチルアルミニウム(TMA)とアンモニア(NH_3)の反応により窒化アルミニウム(AlN)を成長させる時に、メチル基、水素等の立体障害がある。

第3に、発光ダイオードの特性上からは、N層やI層へのアルミニウム原子の拡散等を防止するためにもバッファ層の厚さは可能な限り薄い方が望ましい。

本発明は、このような結論を元に完成されたものであり、その目的は、バッファ層を結晶成長の核を均一に分散させたものとするにより、N層及びI層の結晶性を向上させることができ、更に発光ダイオードの発光特性を向上させることである。

【課題を解決するための手段】

本発明は、本発明者らによって初めて明らかにされた上記結論に立脚するものであり、本発明者らは、バッファ層を分子線エビタキシー法(MBE)で成長させれば望ましい結果が得られることを初めて着想したのである。

即ち、上記課題を解決するための発明の構成は、基板と、基板上に、室温から500°Cの範囲の温度で、分子線エビタキシー法(MBE)で成長させた厚さ100~500Åのバッファ層と、バッファ層上に成長した窒化ガリウム系化合物半導体から成る素子層とを有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子である。又、他の特徴は、上記の方法で製造されたバッファ層上に、素子層を、有機金属化合物気相成長法(MOVPE)により形成したことである。

【発明の効果】

本発明は、基板上に、上記の温度範囲及び厚さの範囲で、バッファ層を分子線エビタキシー法で成長させたので、バッファ層の結晶の核を均一に薄く分散させることができ、その上に成長させる素子層の単結晶性を向上させることができた。従って、発光ダイオードの発光特性を向上させることができた。

【実施例】

以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図は本発明の具体的な一実施例に係る発光ダイオード1の構成を示した断面図である。

主面をc面(0001面)とするサファイア基板2を硝酸で洗浄した後、更にアセトンで洗浄した。そして、洗浄後、窒素ガスを吹き付けて乾燥させた後、そのサファイア基板2をMBE装置のサセプタに取り付けた。その後、サファイア基板2を500°Cに加熱して、窒素ガスプラズマ中で、アルミニウムを蒸発させて、サファイア基板2の主面上に窒化アルミニウム(AlN)から成るバッファ層3を約500Åの厚さに形成した。

その後、このバッファ層3の形成されたサファイア基板2をMBE装置からグラブボックスを通じて、そのサファイア基板2をMOVPE装置の反応室のサセプタに取り付けた。そして、サファイア基板2を1000°Cに加熱して、キャリアガスとして H_2 を2.5ℓ/分、 NH_3 を1.5ℓ/分、トリメチルガリウム(TMГ)を20ml/分の割合で60分間供給し、膜厚約10μmのN型のGaNから成るN層4を形成した。

次に、サファイア基板2を900°Cにして、 H_2 を2.5ℓ/分、 NH_3 を1.5ℓ/分、TMГを15ml/分、ジエチル亜鉛(DEZ)を10⁻¹ml/分の割合で5分間供給して、I型のGaNから成るI層5を膜厚1.0μmに形成した。

次に、N層4の側壁とI層5の上面にアルミニウム電極6、7を蒸着して、発光ダイオードを形成した。

このようにして得られた発光ダイオード1のN層4及びI層5の断面の顕微鏡写真、高エネルギー電子線による反射回析法(RHEED)により、良好な結晶性が得られていることが分かった。

又、この発光ダイオード1の発光ピークのスペクトルは480nmであり、発光強度(軸上輝度)は10mcdであった。

尚、本発明者らの考察によれば、MBEで形成されたバッファ層3では、N層4のGaNの成長の核が、バッファ層3をMOVPEで成長させたものと比べて、均一に分散し、そのために、N層4及びI層5の単結晶性が良くなったと考えられる。

又、バッファ層3は、サファイア基板2を500°CにしてMBEで形成したので、多結晶であった。

又、本発明者らは、バッファ層3は多結晶で成長させた方が単結晶で成長させた方よりも、N層4及びI層5の単結晶性が良いことも見出した。

このためにもMBEでバッファ層3を成長させることは効果があり、多結晶とする成長温度は、室温~500°Cが望ましい。

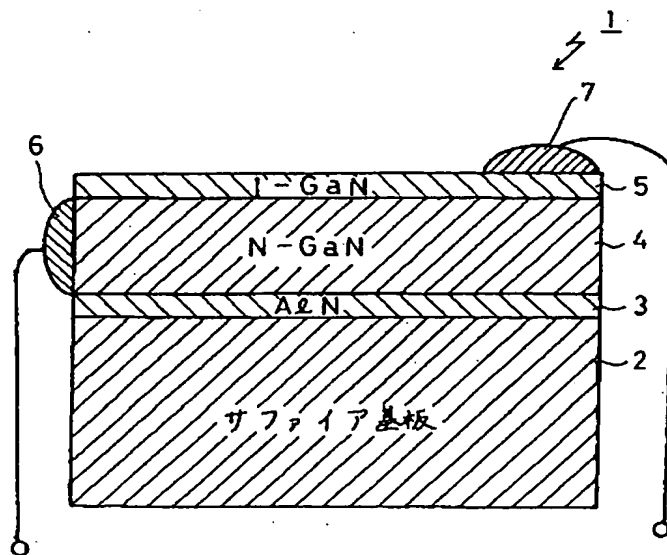
又、N層4及びI層5の単結晶性を良くするためには、バッファ層3の厚さは100~1000Åが望ましい。

尚、上記実施例では、N層4及びI層5をGaNで形成したが、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ で形成しても良い。

【図面の簡単な説明】

図は本発明の具体的な一実施例に係る発光ダイオードの構成を示した構成図である。

1……発光ダイオード、2……サファイア基板
3……バッファ層、4……N層、5……I層



フロントページの続き

(72)発明者 森 正樹
愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑
1番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 馬淵 彰
愛知県西春日井郡春日村大字落合字長畑
1番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 赤崎 勇
愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし)
名古屋大学内

(72)発明者 天野 浩
愛知県名古屋市千種区不老町(番地なし)
名古屋大学内

(56)参考文献 日本結晶成長学会誌, Vol. 13, No. 4, 1986, pp. 218-225

(58)調査した分野(Int. Cl. ⁴, DB名)
H01L 33/00